

# Analysis of problems in electrical grounding and electrical safety

Xiaowei ZHANG

## Abstract

In the process of continuous social development, electric energy has gradually become an irreplaceable component of daily production and life. The demand for electric energy and energy is also on the rise. Under this circumstance, electricity safety is related to the immediate safety interests of users. Based on this, in the actual production and life, how to effectively and effectively achieve electricity safety has become an important part of relevant personnel's research. Due to space limitations, this paper mainly analyzes the working principle of electrical grounding, and explains the basic requirements for grounding devices and the importance of grounding for power safety.

## Keywords

grounding; grounding resistance; electricity safety

## 电气接地和电气安全的问题解析

张晓伟

中电建(福州)轨道交通有限公司 福建福州 350015

**[摘要]** 在社会不断发展的过程中, 电力能源逐渐成为日常生产生活中不可替代的组成部分, 电力能源的需求也呈现不断上升的趋势, 这一情形下, 用电安全关系到用户的切身安全利益。基于此, 在实际生产生活中, 如何切实有效的做到用电安全, 成为相关人员关注研究的重要内容。限于篇幅本文主要通过分析电气接地的的工作原理, 阐述对接地装置的基本要求以及接地对用电安全的重要意义。

**[关键词]** 接地; 接地电阻; 用电安全

**[DOI]** 10.18686/gcjsfz.v1i4.1367

在实际用电过程中, 接地故障引起的间接接触电击事故是最常见的电击事故。接地故障引起的对地电弧和电火花是最常见的电气短路起火源, 就引起的电气危害而言接地故障比一般的短路更具危险性。因此, 电力系统、装置或者设备都应该按规定接地。

所谓接地, 是在系统、装置或设备的给定点与局部地之间做的电连接。接地的作用主要是防止人身遭受电击、设备和线路遭受损坏、预防火灾和防止雷击、防止静电损害和保障电力系统正常运行。接地按用途可分为系统接地、保护接地、防雷接地和防静电接地。

### 一、接地的工作原理分析

系统接地的作用是给配电系统提供一个参考点, 并使配电系统正常和安全运行。如果不做系统接地, 当系统某一相发生接地故障时, 另两相的对地电压将升高到 380V。由

于没有返回电源的通路, 故障电流等于故障相对地电容电流, 其数值特别小, 保护装置将无法动作, 因此发生触电危险性很大。如果做了系统接地, 如图 1 所示, 当发生接地故障时, 故障电流将通过大地和接地电阻  $R_B$  返回电源形成通路, 将使保护装置动作而避免了事故的发生。

保护接地的作用是降低电气设备外漏导电部分在故障时的对地电压或接触电压。低压电气设备如果发生短路故障, 在未做保护接地时, 接触电压为相电压即  $U_t=220V$ 。做保护接地后, 如图 1 所示故障电流  $I_d$  经过 PE 线和接地电阻  $R_A$  返回电源, 这时  $U_t=I_d(R_A+Z_{PE})$ , 因其值远小于 220V, 不至造成触电死亡。同样的道理, 也可以防止常见的接地电弧火灾。因此, 保护接地对电气安全是十分重要的。电气设备的外漏导电部分必须做保护接地, 并且要能保证保护接地的导通。

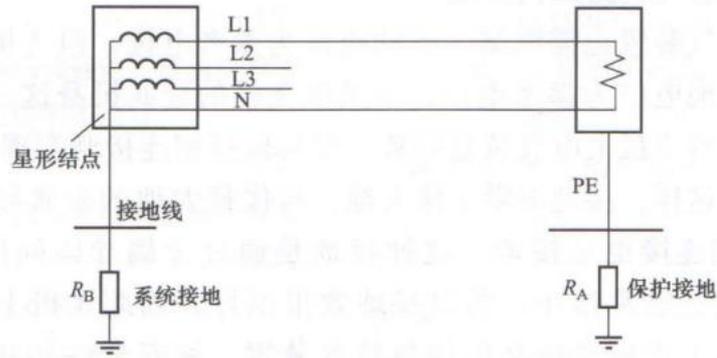


图 1 系统接地和保护接地

## 二、电气装置接地的设置要求

通过上文分析可知,要做到接地的有效性,既要采取一定措施来保证接地的可靠并为故障电流提供合理的流通回路,同时又要保证接地电阻大小合适以把接触电压钳制在安全范围内。

对于高压系统,配电变压器等电气装置安装在由其供电的建筑物内的配电室时,其所设接地装置应与建筑物钢筋基础相连。配电变压器室内所有电气装置的外露导电部分应连接至室内的接地母线,接地母线应连接至接地装置。户外箱变、环网柜和柱上变压器等电气装置,宜在其周围敷设环形接地装置,所有与这些装置的外露导电部分连接的接地母线都应应与环形闭合接地装置相连接。引入配电室的架空线路安装的金属氧化物避雷器的接地导线,应与配电装置室的接地装置连接,在入地处应敷设集中接地装置。

工作于不接地、谐振接地、高电阻接地系统、向 1kV 及以下低压电气装置供电的高压配电装置,其保护接地的接地电阻应符合  $R \leq 50/I$  ( $I$  为单相接地故障电流),且不应大于  $4 \Omega$ 。低电阻接地系统的高压配电装置,其保护接地的接地电阻应符合,  $R \leq 2000/I_G$  ( $I_G$  为最大接地故障不对称电流有效值),且不应大于  $4 \Omega$ 。柱上断路器、负荷开关和电容器组等的避雷器的接地导线,应与设备外壳相连,接地装置的接地电阻不应大于  $10 \Omega$ 。

低压系统的接地型式可分为 TN、TT、IT 等 3 种。其中 TN 系统分为 TN-S、TN-C-S、TN-C 系统。接线原理如图 2-图 6 所示:

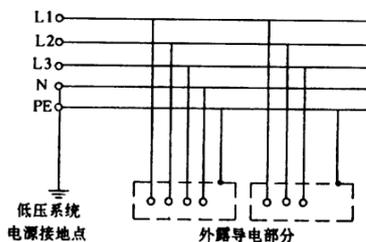


图 2 TN-S 系统

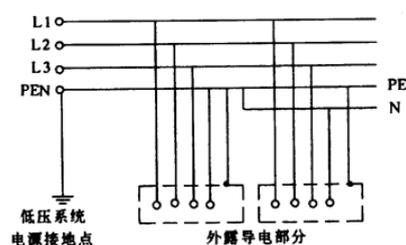


图 3 TN-C-S 系统

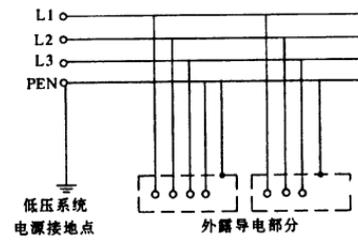


图 4 TN-C 系统

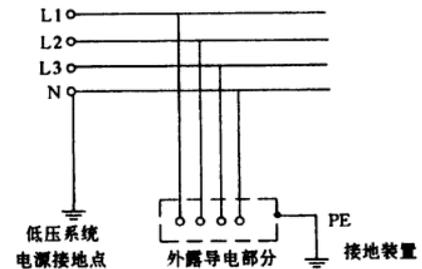


图 5 TT 系统

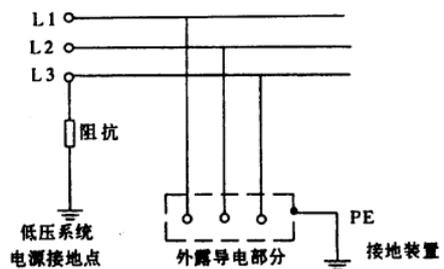


图 6 IT 系统

对于 TN 系统,低压线路或者高低压共杆线路的水泥杆塔,其铁横担以及金属杆塔本体应与低压线路 PE 或 PEN 线相连接。配电变压器在建筑物外,低压侧采用 TN 系统时,低压线路在进入建筑物处 PE 或者 PEN 线应该重复接地,接地电阻不宜超过  $10 \Omega$ 。

在施工现场的供电一般应采用 TN-S 系统。PE 线应由变压器中性点、总配电箱的电源侧或者总漏电保护器的电源侧引出。所有电气设备的金属外壳必须与 PE 线可靠连接。PE 线上严禁装设开关或熔断器,严禁通过工作电流,并且严禁断线。

TT 系统应只有一点直接接地,装置的外露可导电部分应接到在电气上独立于电源系统接地的接地极上。TT 系统中电气装置外露可导电部分应设保护接地的接地装置,其接

地电阻与保护导体的电阻之和,应符合  $RA \leq 50/I_a$  ( $I_a$  为保护装置的动作电流)。TT 系统配电线路内由同一保护装置保护的外露可导电部分,应用导线连接至共用的接地极上。当有多级保护时各级宜有各自的接地极。

IT 系统的所有带电部分应与地隔离,或某一点通过阻抗接地。电气装置的外露可导电部分,应被单独或集中接地。IT 系统中电气装置外露可导电部分的保护接地可以共用同一接地装置,也可分别接地或者成组共用接地装置接地。每个接地装置的接地电阻应符合  $R \leq 50/I_d$  ( $I_d$  为发生故障时的故障电流)。

建筑物内除配电系统外还有防雷系统、防静电系统和各种信息技术系统。除个别情况外,这些电气系统应采用共同接地。因为各系统如果单独接地,在发生故障时,各电气系统间将出现电位差而引起人身电击之类的电气危害。

### 三、接地在电气安全中的现实意义

下面通过现实中发生的一些电击事故为例来看接地对用电安全的重要意义。

2007年12月李某到天津某公司安装调试一台设备,作业过程中需要到设备上调整一开关的位置。因现场没有梯子,李某利用设备旁边一金属钢架,在攀爬过程中一手扶钢架一手扶设备时,发生触电导致死亡。事后测量设备和钢架之间的电压高达120V。

事故调查发现,现场用的插座虽然为三孔插座,但是接地插孔并没有接线。所调试的设备是变频驱动的容易漏电,攀爬过程中李某同时接触到设备和钢架,相当于漏电电流通过设备外壳,人体和钢架形成导通回路,导致了触电事故发生。如果插座正常接地,则故障电流可以使保护电器动作从而避免此类事故发生。即使不考虑保护装置的作用,人体在接触发生碰壳带电的设备时承受的电压也会较小,造成的损伤也会减小。因此,电气设备必须要接地。

2002年9月11日,因台风下雨,深圳市南山区某工程挖孔桩停止施工,大部分施工人员停止作业返回宿舍,7号和25号桩孔因地质情况特殊需要继续施工。因配电箱进线端电线因无穿管保护,被配电箱进口处铁皮割破绝缘,造成

配电箱外壳、PE线、提升机械以及钢丝绳、吊桶带电,正在作业的江某因触及吊桶遭电击死亡。

经事故调查分析,电源进线处无套管保护,造成绝缘损坏导致配电箱外壳带电。重复接地装置的接地电阻超过了规范要求。漏电保护装置参数选择不当导致保护没有动作。用电安全需要考虑多种因素,会采取多种安全措施。在此事件中,如果接地装置的接地电阻符合要求,即使发生触电人体所承受的电压也在安全范围内,造成的危害将会降低,可见接地对用电安全的重要性。

2004年2月毕业于浙江大学的冯某,从温州来到上海备考复旦大学研究生,与同学租住在某处房屋内,此房屋的电热水器系同学自行安装的。在租住过程中因为电表箱跳闸,两人用铜丝替代了保险丝。数日后冯某在一次洗澡时不幸触电死亡。

事故调查发现,因电源插座在使用过程中过热,导致相线与接地线发生短路,使得热水器外壳带电,造成使用者触电身亡。接地线严禁通过工作电流,所以必须要与相线绝缘。

### 四、结束语

有效的接地措施不仅可以通过降低人体在发生触电时承受的电压,从而降低电击造成的危害。而且能为故障电流提供流通回路,保证保护装置的可靠动作。在用电安全中的重要性是不可替代的。在生产和生活用电过程中,一定要做到接地装置的正确安装和定期检查以保证用电的安全。

### 参考文献

- [1] 王厚余. 低压电气装置的设计安装和检验第三版. 中国电力出版社,2019.
- [2] 王海青,白连华. 关于电气接地和电气安全问题的研究[J]. 中国石油和化工标准与质量,2017(13).
- [3] 李明海. 防雷、接地和电气安全相关问题的综合思考[J]. 中国新技术新产品(03).
- [4] 张俭英. 智能建筑电气保护及接地工程有效措施分析[J]. 科技经济导刊,2017(18):69-69.

## 稿件信息:

收稿日期: 2019年8月8日; 录用日期: 2019年8月20日; 发布日期: 2019年8月28日

文章引文: 张晓伟. 电气接地和电气安全的问题解析 [J]. 工程技术与发展.2019,1(4).

<http://dx.doi.org/10.18686/gcjsfz.v1i4>.

### 知网检索的两种方式

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD> 下拉列表框选择:[ISSN],输入期刊 例如:ISSN: 2661-3506/2661-3492,即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/> 左侧“国际文献总库”进入,输入文章标题,即可查询 投稿请点击: <http://cn.usp-pl.com/index.php/gcjsfz/login> 期刊邮箱: [xueshu@usp-pl.com](mailto:xueshu@usp-pl.com)